

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-338708

(43)Date of publication of application : 08.12.2000

(51)Int.Cl.

G03G 9/08
G03G 5/047
G03G 5/08
G03G 9/10
G03G 9/113
G03G 15/08

(21)Application number : 11-148700

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 27.05.1999

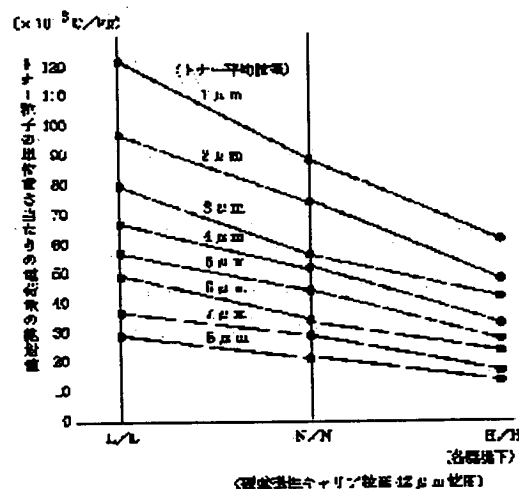
(72)Inventor : SUZUKI HIROYUKI

(54) IMAGE FORMING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an image forming device which is capable of restraining the lowering of image density caused when the diameter of toner becomes smaller, preventing the adhesion of a carrier and yielding a higher-definition and higher-quality image and which is excellent in developing efficiency.

SOLUTION: In this image forming device, an electrostatic latent image is developed to form a toner image by bringing a magnetic brush consisting of two-component type developer into contact with an image carrier and applying AC voltage to a developer carrier. In this process, a toner having a volume average particle size of 3 to 6 μm is used, the electrostatic capacity per unit area of the image carrier is controlled to be larger than $2.0 \times 10^6 (\text{F}/\text{m}^2)$, and hard ferromagnetic particles whose volume average particle size D (cm) is within the range of $0.8 \times 10^{-3} < D < 3.5 \times 10^{-3}$ and which satisfy a condition $D \times \sigma_r \geq 0.2 (\text{emu}/\text{cm}^2)$ [residual magnetization: $\sigma_r (\text{emu}/\text{cm}^3)$] are used as magnetic particles constituting the developer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-338708

(P2000-338708A)

(43) 公開日 平成12年12月8日 (2000.12.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマート* (参考)
G 0 3 G	9/08	G 0 3 G	2 H 0 0 5
	5/047		2 H 0 6 8
	5/08	3 0 1	2 H 0 7 7
	9/10		
	9/113		3 5 1

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-148700

(22) 出願日 平成11年5月27日 (1999.5.27)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 鈴木 啓之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100077698

弁理士 吉田 勝広 (外1名)

Fターム(参考) 2H005 BA02 BA06 EA01 EA02 EA05

FA01

2H068 AA35 DA03 FC08

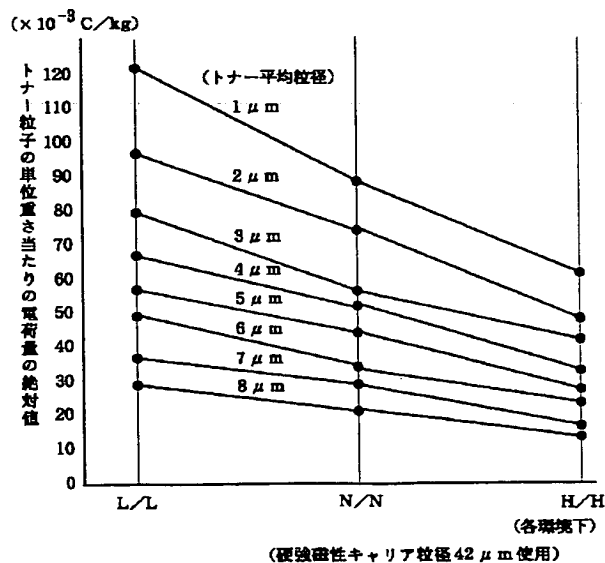
2H077 AD36 EA13 EA15 GA00

(54) 【発明の名称】 画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 トナーの小粒径化に伴って生じる画像濃度低下を抑制すると共に、キャリア付着を生じることのない、より高精細及び高画質の画像が得られる現像効率に優れた画像形成装置の提供。

【解決手段】 二成分系現像剤からなる磁気ブラシを像担持体に接触させ、現像剤担持体に交番電圧を印加することにより静電潜像を現像してトナー像を形成する画像形成装置において、体積平均粒径が3～6 μ mのトナーを使用し、像担持体の単位面積当たりの静電容量を 2.0×10^{-6} (F/m²) よりも大きくなるように制御し、現像剤を構成する磁性粒子として、体積平均粒径D (cm) が $0.8 \times 10^{-3} < D < 3.5 \times 10^{-3}$ の範囲内にあり、且つ、 $D \times \sigma_r \geq 0.2$ (emu/cm²) [残留磁化: σ_r (emu/cm³)] の条件を満たす硬強磁性粒子を用いる画像形成装置。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 像担持体を帯電部材によって帯電し、該像担持体に対し像露光手段によって被記録画像信号に対応してドット分布静電潜像を形成し、トナー粒子と磁性粒子とを混合してなる二成分系現像剤を像担持体に対向配置された現像剤担持体により現像部に搬送し、該現像剤担持体の内部に配置された磁石によって前記現像部に形成される現像磁界中で、前記現像剤からなる磁気ブラシを前記像担持体に接触させ、前記現像剤担持体に交番電圧を印加することにより上記ドット分布静電潜像を現像してトナー像を形成し、該トナー像を被転写材に転写して画像を形成する画像形成装置において、前記トナー粒子として、体積平均粒径が $3\mu\text{m}$ 以上 $6\mu\text{m}$ 以下の範囲のものを使用され、且つ、前記像担持体の単位面積当たりの静電容量 C/S が、 $2.0 \times 10^{-6} (\text{F}/\text{m}^2)$ よりも大きくなるように制御され、更に、前記二成分系現像剤を構成する磁性粒子として、体積平均粒径を $D (\text{cm})$ 及び残留磁化を $\sigma_r (\text{emu}/\text{cm}^3)$ とした場合に、体積平均粒径 D が $0.8 \times 10^{-3} (\text{cm}) < D < 3.5 \times 10^{-3} (\text{cm})$ の範囲内にあり、且つ、 $D \times \sigma_r \geq 0.2 (\text{emu}/\text{cm}^2)$ の条件を満たす硬強磁性の磁性粒子が使用されていることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】 像担持体が、有機感光体からなり、該有機感光体を構成する電荷輸送層の膜厚が $13\mu\text{m}$ 以下である請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 3】 像担持体が、非晶質のシリコンを有する表面層からなる感光体で構成されている請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 4】 二成分系現像剤中の磁性粒子表面がコートされており、コート前の状態での比抵抗が $1 \times 10^{-10} (\Omega \cdot \text{cm})$ 以上であり、且つ、磁性粒子の比抵抗が $1 \times 10^{-12} (\Omega \cdot \text{cm})$ 以上である請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 5】 二成分系現像剤中のトナー粒子の単位重さ当たりの平均電荷量の絶対値が、 $30 \times 10^{-3} (\text{C}/\text{kg})$ 以上、 $80 \times 10^{-3} (\text{C}/\text{kg})$ 以下である請求項 1～請求項 4 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 6】 像担持体を帯電部材によって帯電し、該像担持体に対し像露光手段によって被記録画像信号に対応してドット分布静電潜像を形成し、トナー粒子と磁性粒子とを混合してなる二成分系現像剤を像担持体に対向配置された現像剤担持体により現像部に搬送し、該現像剤担持体の内部に配置された磁石によって前記現像部に形成される現像磁界中で、前記現像剤からなる磁気ブラシを前記像担持体に接触させ、前記現像剤担持体に交番電圧を印加することにより上記ドット分布静電潜像を現像してトナー像を形成し、該トナー像を被転写材に転写して画像を形成する画像形成装置において前記トナー粒子として、体積平均粒径が $3\mu\text{m}$ 以上 $6\mu\text{m}$ 以下のもの

2

が使用され、且つ、前記像担持体の単位面積当たりの静電容量 C/S が、 $2.0 \times 10^{-6} (\text{F}/\text{m}^2)$ よりも大きくなるように制御され、更に、前記二成分系現像剤を構成する磁性粒子として、体積平均粒径を $D (\text{cm})$ 、外部磁場 1000 ガウス下での磁化を $\sigma_{1000} (\text{emu}/\text{cm}^3)$ とした場合、 $1.6 \times 10^{-3} (\text{cm}) < D < 3.5 \times 10^{-3} (\text{cm})$ 、且つ $D \times \sigma_{1000} \geq 0.5 (\text{emu}/\text{cm}^2)$ の条件を満たす軟強磁性の磁性粒子が使用されていることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 7】 像担持体が、有機感光体からなり、該有機感光体を構成する電荷輸送層の膜厚が $13\mu\text{m}$ 以下である請求項 6 に記載の画像形成装置。

【請求項 8】 像担持体が、非晶質のシリコンを有する表面層からなる感光体で構成されている請求項 6 に記載の画像形成装置。

【請求項 9】 二成分系現像剤中の磁性粒子表面がコートされており、コート前の状態での比抵抗が $1 \times 10^{-10} (\Omega \cdot \text{cm})$ 以上であり、且つ、磁性粒子の比抵抗が $1 \times 10^{-12} (\Omega \cdot \text{cm})$ 以上である請求項 6～請求項 8 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 10】 二成分系現像剤中のトナー粒子の単位重さ当たりの平均電荷量の絶対値が、 $30 \times 10^{-3} (\text{C}/\text{kg})$ 以上、 $80 \times 10^{-3} (\text{C}/\text{kg})$ 以下である請求項 6～9 に記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、被記録画像に対応して像担持体に形成された静電潜像を、現像剤により現像して用紙等の被転写材に転写して記録画像を形成する画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、電子写真方式や静電記録方式を用いた画像形成装置については、数多くの考案がなされている。図 1 を用いて、その概略構成、並びに画像形成動作について簡単に説明する。図 1 に示した画像形成装置において、コピー開始信号が入力されると、まず、像担持体（以下、感光体ドラムと呼ぶ）1 が、帯電部材 3 により所定の電位になるように帯電される。一方、原稿照射用ランプ、短焦点レンズアレイ、CCD センサーが一体となって構成されているユニット 9 によって、原稿台 8 上におかれた原稿 G に対する画像信号が下記の如くして得られる。まず、原稿照射用ランプが、原稿台 8 上におかれた原稿 G を照射しながら走査し、その照明走査光の原稿面反射光が、短焦点レンズアレイによって結像されて、CCD センサーに入射される。CCD センサーは、受光部、転送部、出力部より構成されているが、CCD 受光部において、光信号が電荷信号に変えられ、転送部でクロックパルスに同期して順次出力部へ転送され、出力部において、電荷信号を電圧信号に変換し、増幅、低インピーダンス化して出力される。更に、得られ

3

たアナログ信号は、周知の画像処理を行なってデジタル信号に変換され、プリンター部に送られる。プリンター部においては、上記の画像信号を受けて、ON、OFF 発光されるレーザー露光手段2により、感光ドラム1面上に、原稿画像に対応した静電潜像が形成される。そして、この静電潜像を、トナー粒子とキャリア粒子を有するいわゆる二成分系現像剤を収容した現像装置4にて現像し、感光ドラム1上にトナー像が形成される。次に、静電潜像を現像する現像過程について説明する。

【0003】図2は、2成分系磁気ブラシ現像用の現像装置4の概略図である。図中、41は現像剤担持体（以下、現像スリーブと呼ぶ）、42は、現像スリーブ41内に固定配置されたマグネットローラー、43及び44は攪拌スクリュー、45は、現像剤を現像スリーブ41表面に薄層形成するために配置された規制ブレード、46は現像容器である。現像スリーブ41は、少なくとも現像時においては、感光ドラム1に対し最近接領域が約500 μm になるように配置され、現像剤が感光ドラム1に対して接触する状態で現像できるように設定されている。又、現像スリーブ41は、現像スリーブと感光ドラムとが対向配置している現像部において、感光ドラム1の回転方向に対して順方向に回転している。そして、これに伴って汲み上げられた現像剤は、搬送される過程において、現像スリーブ41に対して垂直に配置された規制ブレード45によって層厚を規制され、現像スリーブ41上に薄層形成される。ここで薄層形成された現像剤が、現像主極に搬送されてくると、現像スリーブ41内にマグネットローラーが固着配置されているため、磁気力によって穂立ちが形成される。この穂状に形成された現像剤によって前記静電潜像を現像し、その後、N極、N極の反発磁界によって、現像スリーブ41上の現像剤は現像容器46内に戻される。

【0004】このようにして、感光ドラム1上に形成されたトナー像は、図1に示したように、転写装置7によって、紙等の被転写材上に静電転写される。その後、被転写材は、静電分離されて定着器6へと搬送され、熱定着されて画像が出力される。一方、トナー像転写後の感光ドラム1の面は、クリーナー5によって転写残りトナー等の付着汚染物の除去を受けて、繰り返し画像形成に使用される。このような構成を有するデジタル方式の画像形成装置では、高精細化、高画質化を目的として、近年記録密度が徐々に高まっている。それに伴い、画像形成に用いられるトナー粒子の粒径も年々小粒径化されており、現状では8 μm 程度の粒径のトナーが多く使われている。更に、今後も、より一層の高解像度化に対応すべく、更なるトナーの小粒径化が望まれている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、トナー粒子の小粒径化を進めて、体積平均粒径にして6 μm 以下のトナー粒子を用いた場合には、濃度低下が発生して

4

しまい、良好な画像が得られなくなってしまうという問題が生じる。

【0006】本発明者は、上記の濃度低下の要因について鋭意検討した結果、要因の一つとして、小粒径化に伴って生じるトナー粒子の単位重さ当たりの電荷量の増加にあることがわかった。即ち、トナー粒子の単位重さ当たりの電荷量が増加すると、先に説明した帯電過程及び露光過程によって形成された感光体ドラム上の静電潜像を、このようなトナー粒子を有する現像剤で現像した場合に、少量のトナー粒子による電荷量で埋められてしまい、結果的にトナーの載り量が減少してしまっていたことがわかった。

【0007】又、それ以外の要因として、一般的にトナーの粒径を小さくすると、単位重量当たりの表面積が大きくなるため、従来と同じ粒径の磁性粒子をキャリアとして用いた場合には、現像剤中のトナー粒子の重量比を下げる必要があるため、画像濃度低下が生じる。これに対して、トナー粒子の重量比を下げないようにするために、トナーの粒径に合わせて磁性粒子の粒径を小さくしていくと、磁性粒子が非画像部に付着する現象（キャリア付着）が悪化することが生じる。又、現像剤中のトナー比率が同じでも、トナーの小粒径化によって、トナーの電荷量が高くなることや小粒径化することによる現像効率の低下が生じる。更に、トナー比率が低下すると、これらの現象は、より顕著になってしまう。

【0008】従って、本発明の目的は、トナーを小粒径化に伴って生じる画像濃度低下を抑制すると共に、キャリア付着を生じることのない、形成画像のより高精細化及び高画質化を達成し得る現像効率に優れた画像形成装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、下記の本発明によって達成される。即ち、本発明は、像担持体を帯電部材によって帯電し、該像担持体に対し露光手段によって被記録画像信号に対応してドット分布静電潜像を形成し、トナー粒子と磁性粒子とを混合してなる二成分系現像剤を像担持体に対向配置された現像剤担持体により現像部に搬送し、該現像剤担持体の内部に配置された磁石によって前記現像部に形成される現像磁界中で、前記現像剤からなる磁気ブラシを前記像担持体に接触させ、前記現像剤担持体に交番電圧を印加することにより上記ドット分布静電潜像を現像してトナー像を形成し、該トナー像を被転写材に転写して画像を形成する画像形成装置において、前記トナー粒子として、体積平均粒径が3 μm 以上6 μm 以下の範囲のものが使用され、且つ、前記像担持体の単位面積当たりの静電容量 C/S が、 2.0×10^{-6} (F/ m^2) よりも大きくなるように制御され、更に、前記二成分系現像剤を構成する磁性粒子として、体積平均粒径を D (cm) 及び残留磁化を σ_r (emu/ cm^3) とした場合に、体積平均粒径 D

5

が $0.8 \times 10^{-3} (\text{cm}) < D < 3.5 \times 10^{-3} (\text{cm})$ の範囲内にあり、且つ、 $D \times \sigma_r \geq 0.2 (\text{emu/cm}^2)$ の条件を満たす硬強磁性の磁性粒子が使用されていることを特徴とする画像形成装置である。

【0010】本発明者は、先ず、小粒径トナーを用いた場合に生じる従来技術の課題であった静電潜像をトナーの電荷量によって埋めてしまう現象に対して鋭意検討の結果、画像形成装置を構成する感光体ドラムとして、感光体ドラムの単位面積当たりの静電容量 C/S を、 $2.0 \times 10^{-6} (\text{C/m}^2)$ よりも大きくすれば、上記の現象が有効防止できることを見いだした。更に、これと同時に、二成分系現像剤を構成する磁性粒子（キャリア）として、体積平均粒径を $D (\text{cm})$ 、残留磁化を $\sigma_r (\text{emu/cm}^3)$ とした場合に、 $0.8 \times 10^{-3} (\text{cm}) < D < 3.5 \times 10^{-3} (\text{cm})$ 、且つ、 $D \times \sigma_r \geq 0.2 (\text{emu/cm}^2)$ の条件を満たす硬強磁性の磁性粒子を用いることで、磁性粒子の小粒径化を可能とし、トナー比率の低下の防止、現像効率の向上を実現し、これと共に、硬強磁性を示す磁性粒子が持つ特定の残留磁化によってキャリア付着現象の発生の防止を達成できることを見いだした。

【0011】更に、本発明の画像形成装置の別の形態として、二成分系現像剤を構成する磁性粒子（キャリア）として軟強磁性を示す磁性粒子を用いる場合においては、体積平均粒径を $D (\text{cm})$ 、外部磁場 1000 ガウス下での磁化を $\sigma_{1000} (\text{emu/cm}^3)$ とした場合に、 $1.6 \times 10^{-3} (\text{cm}) < D < 3.5 \times 10^{-3} (\text{cm})$ 、且つ、 $D \times \sigma_{1000} \geq 0.5 (\text{emu/cm}^2)$ の条件を満たす磁性粒子を用いることによって、磁性粒子の小粒径化を可能とし、トナー比率の低下を防止し現像効率向上を実現すると共に、上記式の関係を満足させることでキャリア付着現象の発生の防止が達成できることを見いだした。

【0012】

【実施例】以下、好ましい実施例を挙げて本発明を更に詳細に説明する。

<実施例 1> 図 1 に示す本実施例の画像形成装置について簡単に説明する。本実施例においては、感光ドラムとして負帯電の有機感光体で、直径 30 mm のアルミニウム製のドラム基体上に、下記の第 1～第 4 の 4 つの層を下から順に設けた感光ドラム 1 を用いた。第 1 層は下引き層であり、アルミニウム基体（以下アルミ基体と称する）の欠陥等をならすために設けられている厚さ 20 μm の導電層である。第 2 層は正電荷注入防止層であり、アルミ基体から注入された正電荷が感光体表面に帯電された負電荷を打ち消すのを防止する役割を果たし、アミラン樹脂とメトキシメチル化ナイロンによって $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 程度に抵抗調整された厚さ 1 μm の中抵抗層である。第 3 層は電荷発生層であり、ジスアゾ系の顔料を樹脂に分散した厚さ約 0.3 μm の層であり、露光を受け

6

ることによって正負の電荷対を発生する。第 4 層は電荷輸送層であり、ポリカーボネイト樹脂にヒドラゾンを分散したものであり、P 型半導体である。従って、感光体表面に帯電された負電荷は、この電荷輸送層を移動することができず、電荷発生層で発生した正電荷のみを感光体表面に輸送することができる。本実施例においては、該電荷輸送層の膜厚を、8、10、13、16 及び 20 μm の 5 種類に制御したものを用いた。

【0013】上記のような構成を有する感光ドラム 1 に対して、従来例と同様に、先ず、表面に均一な帯電を施し、表面電位が -600 V になるようにする。これに引き続き、帯電されたドラム上に、従来例と同様に潜像形成手段であるレーザー露光手段 2 によって静電潜像が書き込まれる。このとき、最大濃度にあたる感光ドラム 1 の表面電位は、-100 V にまで減衰される。

【0014】次に、このようにして形成された静電潜像を顕像化させる現像過程について説明する。ここで、本実施例においては、現像過程に二成分系接触現像方式を用いた。図 3 は、二成分系現像剤を構成する磁性粒子として硬強磁性キャリアを使用した場合の、本実施例において用いた二成分系磁気ブラシ現像用の現像装置 4 の概略図である。又、磁性粒子として軟強磁性キャリアを用いた場合については、従来例と同様の図 2 に示す現像装置 4 を使用した。図 3 及び図 4 の図中、41 は現像スリーブ、42 は現像スリーブ 41 内に固定配置されたマグネットローラー、43 及び 44 は攪拌スクリュー、45 は現像剤を現像スリーブ 41 表面に薄層形成するために配置された現像剤の層厚規制ブレード、46 は現像容器である。図 4 中の 47 は、攪拌スクリュー 43 に一体形成された現像剤を、現像スリーブ 41 から引き剥がすための剥離手段である。現像スリーブ 41 は、少なくとも現像時においては、感光ドラム 1 に対しての最近接領域が約 500 μm になるように配置され、現像剤が感光ドラム 1 に対して接触する状態で現像できるように設定されている。

【0015】ここで、上記の層厚規制ブレード 45 の形成材料には、非磁性の材質が用いられる。軟強磁性のキャリアの場合には、担持量制御の安定性のため、磁性ブレードや非磁性ブレードに磁性板を張り付けたものが用いられることが多い。しかし、硬強磁性キャリアの場合には、層厚規制ブレードに磁性板を用いると、磁性粒子が着磁しているため、ブレードに引きつけられて現像剤が通過できなくなってしまう。そこで、本実施例では、厚さ 1 mm の SUS ブレードを使用した。

【0016】本実施例においては、トナー粒子と磁性粒子（キャリア）とを混合して得られる二成分系現像剤として下記のものを用いた。トナー粒子には、トナー粒径が異なる、体積平均粒径で約 1 μm から約 8 μm まで約 1 μm おきに变化した 8 種類のトナーを作成し、使用した。トナー粒子の作成にあたっては、重合法を用いて作

成した。このとき、トナー粒子の粒径の測定は、平均粒径が $1\mu\text{m}$ 以上のトナーについては、レーザースキャン型粒度分布測定装置(CIS-100 GALAI社製)を用いて、 $0.4\mu\text{m}$ から $60\mu\text{m}$ の範囲内で測定を行った。測定用試料の調製は、下記のようにして行なった。まず、水 100ml に、界面活性剤(アルキルベンゼンスルホン酸塩)を 0.2ml 加えた溶液中に、測定対象のトナーを 0.5 乃至 2mg の範囲で加え、超音波分散器で2分間分散した後、マグネットスターラーを入れたキュービックセルに水を8割程度入れ、その中に、上記で超音波分散した試料をピペットで1、2滴添加して調製した。そして、これを用いることで、個数平均粒径及び体積平均粒径を求めた。上記のようなネガ帯電トナーに対して、流動性向上を目的として、平均粒径約 20nm のシリカ及び酸化チタンを外添し使用した。

【0017】一方、上記トナー粒子と共に二成分系現像剤を構成する磁性キャリアとしては、図15に示すヒステリシス特性を有するキャリア、即ち、軟強磁性体キャリアと、図16に示すようなヒステリシス特性を有する硬強磁性体キャリアを夫々用いた。又、夫々の特性のキャリアについて、体積平均粒径について、 10 、 16 、 22 、 28 、 35 及び $42\mu\text{m}$ 、飽和磁化が $65\sim 278\text{emu}/\text{cm}^3$ 、残留磁化が $52\sim 260\text{emu}/\text{cm}^3$ 、保持力が約 2000 (Oe)の各種キャリアを使用した。本実施例で用いた磁性キャリアは、樹脂で表面をコートされており、コートされる前のコアの状態での比抵抗が $2.0\times 10^{-12}(\Omega\cdot\text{cm})$ 、コート後の磁性キャリアの比抵抗が $2.5\times 10^{-13}(\Omega\cdot\text{cm})$ のものをを用いた。キャリア付着の防止のためには、コアでの比抵抗が $1\times 10^{-10}(\Omega\cdot\text{cm})$ 以上であり、コート後の比抵抗が $1\times 10^{-12}(\Omega\cdot\text{cm})$ 以上のものをを用いることが好ましい。又、このように高抵抗にすることによって、現像時に感光ドラムに対して電荷注入を起こし潜像を乱すような現象も起こさなくなる。

【0018】図16のようなヒステリシス特性を有する硬強磁性キャリアは、保磁力及び残留磁化を有することを特徴としている。硬強磁性キャリアは残留磁化を有するため、外部磁場が弱まった状態(現像部から離れた状態)においても磁化が残留するため、キャリアーキャリア間の引き合う力が強くなり、軟強磁性キャリアに比べてキャリア付着(画像部にキャリアが付着し画像を乱す現象)防止の点で有利である。

【0019】以下、本実施例において用いた磁性キャリアの平均粒径、磁気特性、比抵抗の測定方法を説明する。まず、キャリア粒径の測定方法を記載する。本実施

例中のキャリアの粒径は、走査電子顕微鏡($100\sim 5000$ 倍)により、ランダムに粒径 $0.1\mu\text{m}$ 以上のキャリア粒子を300個以上抽出し、ニレコ社(株)製の画像処理解析装置Luzex3により水平方向フェレ径をもってキャリア粒径として測定し、個数平均粒径、体積平均粒径を算出した。

【0020】キャリアの磁気特性は、理研電子(株)社製の振動磁場型磁気特性自動記録装置BHV-30を用いて測定した。キャリア粉体の磁気特性値は、1キロエルステッドの外部磁場を作り、そのときの磁化の強さを、下記の方法によって求める。キャリアの磁化の測定は、円筒状のプラスチック容器に十分密になるようにパッキングした状態に作製し、この状態で磁化モーメントを測定し、試料を入れたときの実際の重量を測定して、磁化の強さ(emu/g)を求める。次いで、キャリア粒子の真比重を、乾式自動密度計アキュピック1330(島津製作所(株)社製)により求め、上記のようにして得られた磁化の強さ(emu/g)に真比重を掛けることで、本発明で使用する単位体積あたりの磁化の強さ(emu/cm^3)を求めた。

【0021】樹脂コートされた磁性キャリア、又は、そのコア粒子の比抵抗の測定は、以下のようにして行なった。まず、セルに、キャリア又はコア粒子を充填する。次に、充填したキャリア又はコア粒子に接するように両端に電極を配し、これらの電極間に電圧を印加し、そのときに流れる電流を測定することによって比抵抗を求める方法を用いた。本発明で使用する比抵抗の測定条件は、充填したキャリア又はコア粒子と電極との接触面積 $S=\text{約}2.3\text{cm}^2$ 、厚み $d=\text{約}2\text{mm}$ 、上部電極の荷重 180g 、測定電界強度を $5\times 10^4\text{V}/\text{m}$ とした。

【0022】上記したような特性を有するトナーと磁性キャリアを混合することによって二成分系現像剤を作成し、本実施例でを使用した。現像剤の作成にあたっては、トナーの粒径と磁性キャリアの粒径の関係から、トナーの重量比を変えて調製した。表1に示したように、キャリア粒径が小さくなるほど比表面積が大きくなるため、トナーの重量比を大きくした。表1中の数字は、二成分系現像剤中のトナー量の重量比率を示している。又、トナーの粒径が小さくなると、同じ粒径比の場合には、トナーの単位重さ当たりの電荷量の増加等の要因により、トナー飛散等が発生しにくくなるため、若干トナー比率を高めに設定した。

【0023】

【表1】

表1：二成分系現像剤中のトナー量の重量比率

トナー重量比 (%)		磁性キャリアの体積平均粒径 (μm)					
		10	16	22	28	35	42
トナーの体積平均粒径 (μm)	1	7.0	6.0	5.0	4.4	4.0	3.5
	2	8.3	7.5	6.8	5.7	5.0	4.2
	3	9.0	8.3	7.5	6.7	6.0	5.2
	4	10.0	9.0	8.0	7.2	6.7	6.0
	5	11.5	10.3	9.0	8.0	7.2	6.7
	6	13.0	11.5	10.0	9.0	8.0	7.0
	7	15.0	13.0	11.5	10.0	9.0	8.0
	8	17.0	15.0	13.5	12.0	10.0	9.0

【0024】図4は、このようにして作成された二成分系現像剤のうち、磁性キャリアの粒径が42μmの場合における3種類の環境下（L/L：室温15℃湿度10%、N/N：室温20℃湿度60%、H/H：室温30℃湿度80%）でのトナーの単位重さ当たりの電荷量の絶対値を、後に説明する方法で測定し、グラフ化したものである。図4からもわかるように、トナーの単位重さ当たりの電荷量の絶対値は、トナー粒子が小粒径化されるのに伴って高くなる。又、低湿環境ほど、トナーの電荷量の絶対値が高くなっている。又、図4の結果に対し、軟強磁性キャリアを用いた場合の結果も同様のコート剤を使用したため、硬強磁性キャリアを用いた場合とほぼ同じ値になった。但し、硬強磁性キャリアを用いて測定する際には、着磁後では凝集してしまい、うまく測定できなかったため、未着磁の状態での測定した。

【0025】以下にトナーの単位重さ当たりの電荷量の測定方法について、図面を用いて記述する。図17は、トナーのトリボ電荷量を測定する装置の説明図である。先ずそこに、磁性キャリアを通過させないためのメッシュスクリーン103のある金属製の測定容器102に測

定用試料を入れ、金属製の蓋104をする。測定用試料としては、単位重さ当たりの電荷量の測定対象であるトナー粒子と磁性キャリアを混合して得られた二成分剤を50～100ml容量のポリエチレン製のビンに入れ、約10～40秒間手で振とうし、その後、測定容器102に、該二成分剤を約0.5～1.5g程度入れる。この時の測定容器102全体の重量を量り、その値をW1（kg）とする。次に、吸引機101（測定容器102と接する部分は少なくとも絶縁体）において、吸引口107から吸引し、風量調節弁106を調節して真空計105の圧力を250mmAqとする。この状態で充分、好ましくは2分間吸引を行い、トナー粒子を吸引除去する。この時の電位計109の電位をV（ボルト）とする。ここで108はコンデンサーであり、その容量をC（F）とする。又、吸引後の測定容器102全体の重量を量り、その値をW2（kg）とする。トナーの単位重さ当たりの電荷量は、これらの測定値から下式の如く計算される。

【0026】

【数1】

$$\text{トナーの単位重さ当たりの電荷量 (C/kg)} = \frac{C \times V \times 10^{-3}}{W_1 - W_2}$$

【0027】以下、図2に示した現像装置4を用いて2成分系磁気ブラシ法を行った現像過程と現像剤の循環系について説明する。先ず、現像スリーブ41は、感光ドラム1の回転方向に対して、現像領域において順方向に回転し、回転に伴って汲み上げられた現像剤は、搬送される過程において、現像スリーブ41に対して垂直に配置された規制ブレード45によって層厚が規制され、現像スリーブ41上に薄層形成される。ここで、薄層形成された現像剤が現像領域の現像主極に搬送されてくると、磁気力によって穂立ちが形成される。この穂状に形

成された現像剤によって前記静電潜像を現像し、その後、N極、N極の反発磁界によって現像スリーブ41上の現像剤は、現像容器46内に戻される。

【0028】ここで、軟強磁性キャリアの場合は、反発磁界によって現像剤を容易に引き剥がすことができるが、硬強磁性キャリアを用いた場合は、反発磁界のみでは現像剤を引き剥がせず、現像スリーブ上に滞留してしまう。このため、図3中に47で示したような現像剤剥離手段が必要になる。今回用いた剥離手段は、現像スリーブ41から現像剤を剥離する機能と長手方向に搬送す

る機能を両立できるように、外周に掻き取り羽根、内周がスクリーとなる形状となり、攪拌スクリー43の役目も兼ねたものを用いた。

【0029】画像出力を行う際には、現像スリーブ41には、図示しない電源から直流電圧及び交流電圧が印加される。本実施例では、直流電圧 $V_{dc} = -450V$ に対して、交流電圧 $V_{pp} = 1500V$ 、 $V_f = 3000Hz$ を重畳したものを現像バイアスとした。一般に、二成分現像法においては、交流電圧を印加すると現像効率が増し、画像は高品位になるが、逆にかぶりが発生し易くなるという危険も生じる。このため、通常、現像装置4に印加する直流電圧と感光ドラム1の表面電位間に電位差を設けることによって、かぶりを防止することを実現している。このかぶり防止のための電位差をかぶり取り電位(V_{back})と呼ぶが、この電位差によって、現像時に非画像領域にトナーが付くのを防止することができる。本実施例においては、かぶり取り電位 $V_{back} = 150V$ に設定されている。

【0030】このようにして形成されたトナー像は、次いで転写装置7(図1参照)により被転写材に転写される。転写装置7は、無端状のベルト71を駆動ローラー72及び従動ローラー73間に懸架し、回動される。更に、転写装置7内には転写帯電ブレード74を備えられており、該転写帯電ブレードは、ベルト71の内側から感光ドラム1方向に加圧力を発生しつつ高圧電源より給電されることで、被転写材の裏側から、トナーと逆極性の帯電を行うことにより、感光ドラム1上のトナー像を順次被転写材の上面に転写する。その後、被転写材は、定着器6へと搬送され、熱定着されて画像が出力される。

【0031】一方、トナー像転写後の感光ドラム1の面には、転写残トナーが残留している。転写残トナーは、クリーニング手段5のクリーニングブレードによって掻き取られ、クリーニング容器内に収容される。ここで、キャリアの体積平均粒径が小さくなるとキャリア付着が増加する現象が見られたため、軟強磁性キャリアと硬強磁性キャリアについてキャリア付着現象を評価した。夫々の磁性キャリアを用いた二成分系現像剤の作成方法としては、平均粒径約 $5\mu m$ のトナーを用い、トナーの重量比が先に示した表1の如くなるように磁性キャリアと混合することにより、作成した。そして、本実施例では、このようにして得られた複数の現像剤を用いた。

【0032】キャリア付着現象についての評価方法としては、上記した印加電圧のかぶり取り電位を、 $25V$ から $450V$ まで $25V$ 刻みで変化させて白地画像出力時に停止し、感光ドラムを観察し、感光ドラム上に磁性キャリアを目視で確認できた電圧をキャリア付着開始電圧とし、この値を用いて評価した。即ち、このようにして得られたキャリア付着開始電圧を、図13の、硬強磁性キャリアの場合の体積平均粒径と残留磁化のグラフ中に

書き込んだ。又、図14の軟強磁性キャリアの場合の体積平均粒径と外部磁場 1000 ガウス下での磁化のグラフに書き込んだ。又、かぶり取り電位が、 $25V$ でもキャリアが付着してしまった場合は、 \times 印を書き込んだ。

【0033】上記の測定より、かぶり取り電位が $150V$ で付着しなかった場合の条件を見いだしたところ、硬強磁性キャリアを用いた場合は、体積平均粒径を $D(cm)$ 、残留磁化 $\sigma_r(emu/cm^3)$ とした場合に、 $D \times \sigma_r \geq 0.2(emu/cm^2)$ であることがわかった。又、軟強磁性キャリアを用いた場合は、体積平均粒径を $D(cm)$ 、外部磁場 1000 ガウス下での磁化を $\sigma_{1000}(emu/cm^3)$ とした場合に、 $D \times \sigma_{1000} \geq 0.5(emu/cm^2)$ であることがわかった。図13及び図14からわかるように、硬強磁性キャリアの体積平均粒径が $8\mu m$ 以下の場合、軟強磁性キャリアの体積平均粒径が $16\mu m$ 以下の場合は、かぶり取り電位 $150V$ で付着しない領域がなかった。

【0034】図5及び図6は、前記図4に示した3種類の環境下(L/L :室温 $15^\circ C$ 湿度 10% 、 N/N :室温 $20^\circ C$ 湿度 60% 、 H/H :室温 $30^\circ C$ 湿度 80%)におけるトナーの単位重さ当たりの電荷量のグラフに対し、有機感光体の電荷輸送層の膜厚が、 $8\mu m$ 及び $20\mu m$ である場合の夫々における最大画像濃度を書き込んだものである。画像濃度の測定は、X-Rite社製の404反射濃度計で測定した。又、図中に黒丸でプロットしたトナーの電荷量は、磁性キャリアの体積平均粒径が $42\mu m$ の場合で値である。体積平均粒径が $10\mu m$ の場合の値は、トナー比率が変わる関係等により若干、電荷量の値に違いがあったが、画像濃度の比較をするために、同じグラフ中に、その場合における画像濃度の値も書き込んだ。グラフのプロットの左側の数値は、磁性キャリアの体積平均粒径が $42\mu m$ を用いた場合の最大画像濃度であり、右側の数値は、磁性キャリアの体積平均粒径が $10\mu m$ の場合である。

【0035】又、図5及び図6は、硬強磁性キャリアを用いた場合の結果である(軟強磁性キャリアを用いた場合は、 $10\mu m$ ではキャリア付着しない領域がなかったため)。図から明らかなように、いずれの場合も、磁性キャリアの体積平均粒径が $10\mu m$ の場合の方が濃度が高くなっていた。しかし、キャリア粒径に対する濃度差は、図5と図6を比べると、図6の電荷輸送層が $20\mu m$ の場合は、図5の電荷輸送層が $8\mu m$ の場合に比べて小さくなっていた。

【0036】図5及び図6から明らかなように、使用したトナーの体積平均粒径が $7\mu m$ 以上の場合、いずれの条件でも十分な画像濃度が得られており、トナーの体積平均粒径が $3 \sim 6\mu m$ の場合は、電荷輸送層の膜厚が $8\mu m$ で、磁性粒子の体積平均粒径が $10\mu m$ の場合に十分な濃度が得られることがわかった。又、使用したトナーの体積平均粒径が $2\mu m$ 以下の場合では、どちらの

13

場合も、最大画像濃度が1.5を超えなかった。

【0037】又、トナーの単位重さ当たりの平均電荷量の絶対値についてみると、 30×10^{-3} (C/kg) 以下の場合、いずれの条件でも十分な画像濃度が得られているが、電荷量が 30×10^{-3} (C/kg) 以上、 80×10^{-3} (C/kg) 以下の場合には、電荷輸送層の膜厚が $8 \mu\text{m}$ で、且つ、磁性粒子の体積平均粒径が $10 \mu\text{m}$ の場合に十分な画像濃度が得られることがわかった(図5参照)。換言すれば、トナーの単位重さ当たりの電荷量が 80×10^{-3} (C/kg) 以上の場合、いずれの場合でも十分な画像濃度が得られなかったともいえる。

【0038】ここで、電荷輸送層が $20 \mu\text{m}$ の場合に、キャリア粒径の変動に対する画像濃度の変動の割合が、電荷輸送層が $8 \mu\text{m}$ の場合に比べて小さくなった理由を調べるため、感光ドラム回転方向について現像器の下流側に、感光ドラムの表面電位を計る電位計を設置した。この結果、トナー粒径が $3 \sim 8 \mu\text{m}$ の場合、感光体の電荷輸送層の膜厚が $20 \mu\text{m}$ の場合には、画像濃度としては十分な値にまで達していないにも関わらず、現像後の表面電位が現像スリーブへの印加バイアスの直流電圧値 V_{DC} が、 -450V に近いレベルまで達してしまっていた。但し、トナー粒径が、 $1 \mu\text{m}$ 及び $2 \mu\text{m}$ の場合は、表面電位にして -300V 程度までしか達していなかった。これに対して、感光体の電荷輸送層の膜厚が $8 \mu\text{m}$ の場合には、キャリア平均粒径が $42 \mu\text{m}$ の、トナー比率が低く現像効率が低い場合には、現像後の表面電位は $-200 \sim -300\text{V}$ 程度であり、十分な画像濃度が得られたキャリア平均粒径が $10 \mu\text{m}$ のトナー比率が高い場合でも、現像後の表面電位が $-350 \sim -400$ 程度であった。

【0039】以上の結果から、感光体の電荷輸送層の膜厚が $20 \mu\text{m}$ の場合は、トナーの持つ電荷によってコントラストが埋められてしまい、高い画像濃度が得られなかったことがわかる。ここで、感光体の単位面積当たりの静電容量 C/S (F/m^2) は、真空の誘電率を $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ 、有機感光体の比誘電率を $\epsilon = 3$ 、電荷輸送層の膜厚を d とすると、 $\epsilon_0 \times \epsilon / d$ で表せる。従って、電荷輸送層の膜厚が、 $8, 10, 13, 16, 20 \mu\text{m}$ である場合の感光体の単位面積当たりの静電容量は、夫々、 C/S (F/m^2) = 3.3×10^{-6} (膜厚= $8 \mu\text{m}$)、 2.7×10^{-6} (膜厚= $10 \mu\text{m}$)、 2.0×10^{-6} (膜厚= $13 \mu\text{m}$)、 1.7×10^{-6} (膜厚= $16 \mu\text{m}$)、 1.3×10^{-6} (膜厚= $20 \mu\text{m}$)であり、順次小さくなる。

【0040】図8は、N/N環境下において、硬強磁性キャリアで体積平均粒径が $10 \mu\text{m}$ のものをを用いて画像出力した場合の C/S (F/m^2) と最大濃度の関係を示したものである。図8から、 C/S (F/m^2) が 2.0×10^{-6} よりも大きい場合に濃度が高くなってい

14

ることがわかる。つまり、有機感光体を用いた場合は、電荷輸送層の膜厚が $13 \mu\text{m}$ 以下の条件を満たすようにすることにより、画像濃度が高くなるといえる。このように、キャリアの体積平均粒径を小さくし、トナー比率の低下を防ぎ、現像効率を高めた場合に画像濃度が十分に得られたのは、感光体の単位面積当たりの静電容量を大きくすることによって、トナーの電荷量による電位上昇を抑え、少量のトナーで静電コントラストが埋まってしまうのを防止できたためであると考えられる。

【0041】図10は、硬強磁性キャリアの体積平均粒径が $42 \mu\text{m}$ の場合における上記と同様の結果である。しかし、この場合には、トナー粒径を $6 \mu\text{m}$ 以下にしてトナー比率が低くなってしまような場合には、 C/S (F/m^2) を大きくしても現像効率自体が低いため、十分な画像濃度が得られないことがわかった。図11及び図12は、N/N環境下において、硬強磁性キャリアを用い、その体積平均粒径を変化させ、表1のようにトナーの重量比率を変化させた場合において、有機感光体の電荷輸送層の膜厚が夫々、 $10 \mu\text{m}$ (図11参照)、 $20 \mu\text{m}$ (図12参照) の場合の、体積平均粒径と最大画像濃度の関係を示したものである。図から明かなように、 C/S (F/m^2) が小さい電荷輸送層の膜厚が $20 \mu\text{m}$ の場合や、キャリアの体積平均粒径が $35 \mu\text{m}$ よりも大きいような場合には、 $6 \mu\text{m}$ 以下の小粒径のトナーにおいては十分な画像濃度が得られないことがわかった。

【0042】ここで、図11及び図12は、硬強磁性キャリアを用いた場合について示したが、軟強磁性キャリアについても、キャリア付着しない領域が得られた $2, 2.8, 3.5$ 及び $42 \mu\text{m}$ の夫々のキャリアについては画像出力を行っており、硬強磁性キャリアの場合とほぼ同等の結果が得られた。つまり、キャリア付着に対しては必要な条件が異なるが、最大画像濃度に対しては、軟強磁性のキャリアも硬強磁性のキャリアと同様の条件で決まってくることがわかった。

【0043】前記したかぶり取り電位が 150V で付着しなかった場合の条件である、硬強磁性キャリアの場合における、 $D \times \sigma_r \geq 0.2$ (emu/cm^2) [体積平均粒径： D (cm)、残留磁化： σ_r (emu/cm^3)] という条件と、軟強磁性キャリアの場合における、 $D \times \sigma_{1000} \geq 0.5$ (emu/cm^2) [体積平均粒径： D (cm)、外部磁場 1000 Gauss下での磁化： σ_{1000} (emu/cm^3)] という条件と、硬強磁性キャリアの体積平均粒径が $8 \mu\text{m}$ 以下の場合、軟強磁性キャリアの体積平均粒径が $16 \mu\text{m}$ 以下の場合、かぶり取り電位 150V で付着しない領域がなかったという点と、上記のキャリアの体積平均粒径が $35 \mu\text{m}$ よりも大きいような場合は、 $6 \mu\text{m}$ 以下のトナーにおいて十分な画像濃度が得られていない点とから、以下のことがわかった。即ち、 $3 \sim 6 \mu\text{m}$ のトナーを用いた場合に充分な

15

画像濃度を得るための磁性キャリアの条件としては、硬強磁性キャリアを用いる場合は、 $0.8 \times 10^{-3} (\text{cm}) < D < 3.5 \times 10^{-3} (\text{cm})$ 、且つ、 $D \times \sigma_r \geq 0.2 (\text{emu/cm}^2)$ の条件を、軟強磁性キャリアを用いる場合は、 $1.6 \times 10^{-3} (\text{cm}) < D < 3.5 \times 10^{-3} (\text{cm})$ 、且つ、 $D \times \sigma_{1000} \geq 0.5 (\text{emu/cm}^2)$ の条件を満たすことが必要となる。

【0044】即ち、以上の結果から、トナーの平均粒径が $6 \mu\text{m}$ よりも大きい場合には、特に感光体やキャリアの体積平均粒径について考慮しなくても十分な画像濃度が得られるが、トナーの平均粒径が $3 \sim 6 \mu\text{m}$ の場合には、上記した条件の、感光体の単位面積当たりの静電容量 C/S (F/m^2) を 2.0×10^{-6} よりも大きくし、且つ、現像剤に用いる磁性キャリアとして、硬強磁性キャリアを用いる場合には、 $0.8 \times 10^{-3} (\text{cm}) < D < 3.5 \times 10^{-3} (\text{cm})$ 、且つ、 $D \times \sigma_r \geq 0.2 (\text{emu/cm}^2)$ の条件を満足し、軟強磁性キャリアを用いる場合には、 $1.6 \times 10^{-3} (\text{cm}) < D < 3.5 \times 10^{-3} (\text{cm})$ 、且つ、 $D \times \sigma_{1000} \geq 0.5 (\text{emu/cm}^2)$ の条件を満たすことによって、初めて十分な画像濃度が得られていることがわかる。又、トナーの平均粒径が $2 \mu\text{m}$ よりも小さい場合には、上記した条件下においても十分な画像濃度が得られないことがわかった。

【0045】＜実施例2＞実施例1においては、感光体として負帯電の有機感光体を用いたが、本実施例においては、非晶質のシリコンを有する表面層（膜厚＝ $25 \mu\text{m}$ ）からなる正帯電の感光体を用いた（以下、アモルファスシリコン感光体と呼ぶ）。実施例1では、負帯電の感光体と負帯電のトナーを用い、画像部をレーザー露光する方式（反転現像）をとったが、本実施例においては、正帯電の感光体と負帯電のトナーを用い、非画像部をレーザー露光する方式（正規現像）を用いた。画像形成装置の本体構成等は実施例1と同様であるが、上記方式を用いるため、印加バイアスの関係が実施例1とは変わってくる。

【0046】本実施例の画像形成装置では、先ず、上記のアモルファスシリコン感光体ドラム1表面に均一な帯電が施され、表面電位が $+600 \text{V}$ になるようにする。これに引き続き、帯電されたドラム上に、従来例と同様に潜像形成手段であるレーザー露光手段2によって静電潜像が書き込まれる。このとき、非画像部にあたる部分の表面電位は $+100 \text{V}$ にまで減衰され、最大濃度にあたる場合は基本的に露光されない（制御の関係で、極めて弱い発光があり数 10V の減衰はあるが）。これに対して、現像時には、直流電圧 $V_{dc} = +250 \text{V}$ に対して、交流電圧 $V_{pp} = 1500 \text{V}$ 、 $V_f = 3000 \text{Hz}$ を重畳したものが現像スリーブに印加され、アモルファスシリコン感光体ドラム上にトナー像が形成される。

【0047】本実施例で用いたアモルファスシリコン感

16

光体の比誘電率は約10であり、又、本実施例で用いたアモルファスシリコン感光体の膜厚は $25 \mu\text{m}$ であったことから、この数値から計算される使用したアモルファスシリコン感光体の単位面積当たりの静電容量 C/S (F/m^2) は、約 3.5×10^{-6} となる。図7は、実施例1の場合と同様に、3種類の環境下（ L/L ：室温 15°C 湿度 10% 、 N/N ：室温 20°C 湿度 60% 、 H/H ：室温 30°C 湿度 80% ）における、各平均粒径トナーの単位重さ当たりの電荷量を示したグラフ中に、膜厚が $25 \mu\text{m}$ のアモルファスシリコン感光体を用いた場合の最大画像濃度を書き込んだものである。画像濃度の測定は、X-Rite社製の404反射濃度計で測定した。

【0048】本実施例においても、画像出力には、硬強磁性キャリアで体積平均粒径が $42 \mu\text{m}$ のものと、体積平均粒径が $10 \mu\text{m}$ のものを用いた（軟強磁性キャリアの場合は、 $10 \mu\text{m}$ ではキャリア付着を生じない領域がなかったため）。キャリア付着については、ほぼ実施例1と同様の傾向が見られ、キャリア付着の発生に対して良好な条件として、硬強磁性キャリアを用いる場合には、 $D \times \sigma_r \geq 0.2 (\text{emu/cm}^2)$ [体積平均粒径： D (cm)、残留磁化： σ_r (emu/cm^3)] という条件が、軟強磁性キャリアを用いる場合には、 $D \times \sigma_{1000} \geq 0.5 (\text{emu/cm}^2)$ [体積平均粒径： D (cm)、外部磁場 1000 ガウス下での磁化： σ_{1000} (emu/cm^3)] という条件が得られた。更に、硬強磁性キャリアの体積平均粒径が $8 \mu\text{m}$ 以下の場合、及び、軟強磁性キャリアの体積平均粒径が $16 \mu\text{m}$ 以下の場合には、かぶり取り電位 150V で付着しない領域がないという結果が得られた。

【0049】実施例1と同様に、図7中のグラフの各プロットの左側の数値は、磁性キャリアの体積平均粒径が $42 \mu\text{m}$ の場合の最大画像濃度であり、右側の数値は、磁性キャリアの体積平均粒径が $10 \mu\text{m}$ の場合であるが、いずれの場合も磁性キャリアの体積平均粒径が $10 \mu\text{m}$ の場合の方が濃度が高くなっていた。又、最大画像濃度について、本実施例のアモルファスシリコン感光体を用いた場合の方が、有機感光体の電荷輸送層が $8 \mu\text{m}$ の場合に比べても高くなっているのがわかる（図5参照）。

【0050】図9は、実施例1の図8の N/N 環境下における、磁性キャリアの体積平均粒径が $10 \mu\text{m}$ の現像剤を用いた場合の、 C/S (F/m^2) と最大濃度の関係を示したグラフに対して、本実施例のアモルファスシリコン感光体を用いた場合の結果を加えたものである。図9に示されているように、本実施例のようにアモルファスシリコン感光体を用いた場合においても、有機感光体の場合と同様に、単位面積当たりの静電容量 C/V (F/m^2) を横軸にとった場合、ライン上に乗ることがわかった。

17

【0051】このことから、アモルファスシリコン感光体を用いた場合は、感光体の単位面積当たりの静電容量 C/S (F/m^2) が、その膜厚が $25\mu m$ であっても、 3.5×10^{-6} と、 2.0×10^{-6} よりも大きく充分な静電容量があるため、トナーの電荷により静電コンダクタが埋められてしまうような現象が起きず、使用するトナーの平均粒径が $3 \sim 6\mu m$ と小粒径の場合でも、下記の要件を満たす場合には、現像剤中のトナー比率を低下させることなく、充分な画像濃度が得られることがわかった。即ち、現像剤に用いる磁性キャリアとして、硬強磁性キャリアを用いる場合には、 $0.8 \times 10^{-3} (cm) < D < 3.5 \times 10^{-3} (cm)$ 、且つ、 $D \times \sigma_r \geq 0.2 (emu/cm^2)$ の条件を、軟強磁性キャリアを用いる場合には、 $1.6 \times 10^{-3} (cm) < D < 3.5 \times 10^{-3} (cm)$ 、且つ、 $D \times \sigma_{1000} \geq 0.5 (emu/cm^2)$ の条件を満たすこととすることにより、現像剤中のトナー比率を低下させることなく、充分な画像濃度が得らる。又、本実施例については、正帯電のアモルファスシリコン感光体を用いて正規現像によって現像した場合について述べたが、負帯電のアモルファスシリコン感光体でも同様の効果が得られることが確認できている。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、トナー粒子として体積平均粒径が $3\mu m$ 以上 $6\mu m$ 以下の小粒径ものを使用した場合に画像濃度が低下してしまう現象に対し、静電潜像が少量のトナーの大きな電荷量によって埋めてしまう現象に対しては、感光体の単位面積当たりの静電容量 C/S を $2.0 \times 10^{-6} (C/m^2)$ より大きくすることによって防止し、更に、二成分系現像剤中の磁性粒子として硬強磁性の磁性粒子を用いる場合には、 $0.8 \times 10^{-3} (cm) < D < 3.5 \times 10^{-3} (cm)$ 、且つ、 $D \times \sigma_r \geq 0.2 (emu/cm^2)$ の条件を満たし、又は、軟強磁性を示す磁性粒子を用いる場合には、 $1.6 \times 10^{-3} (cm) < D < 3.5 \times 10^{-3} (cm)$ 、且つ、 $D \times \sigma_{1000} \geq 0.5 (emu/cm^2)$ の条件を満たすものを用いることにより、磁性粒子の小粒径化により、トナー比率の低下が防止され、現像効率向上が実現されると共に、キャリア付着現象を防止し得、高品質の画像形成が可能な優れた画像形成装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来例及び本発明の実施例の画像形成装置の断面図である。

【図2】2成分系接触現像装置の説明に用いた概略図である。

【図3】2成分系接触現像装置の説明に用いた概略図で

18

ある。

【図4】トナー平均粒径とトナーの電荷量の関係を示すグラフである。

【図5】有機感光体（電荷輸送層 $8\mu m$ ）を用いた場合の、キャリアの平均粒径が $10\mu m$ 及び $42\mu m$ の時の最大画像濃度を示すための図である。

【図6】有機感光体（電荷輸送層 $20\mu m$ ）を用いた場合の、キャリアの平均粒径が $10\mu m$ 及び $42\mu m$ の時の夫々の最大画像濃度を示すための図である。

【図7】アモルファスシリコン感光体を用いた場合の、キャリアの平均粒径が $10\mu m$ 及び $42\mu m$ の時の夫々の最大画像濃度を示すための図である。

【図8】キャリアの平均粒径が $10\mu m$ の時の有機感光体の電荷輸送層膜厚を変えた場合の最大画像濃度である。

【図9】図8にアモルファスシリコン感光体の結果を加えたグラフである。

【図10】キャリアの平均粒径が $42\mu m$ の時の有機感光体の電荷輸送層膜厚を変えた場合の最大画像濃度である。

【図11】有機感光体の電荷輸送層膜厚が $10\mu m$ の場合のキャリア粒径と濃度の関係を示した図である。

【図12】有機感光体の電荷輸送層膜厚が $20\mu m$ の場合のキャリア粒径と濃度の関係を示した図である。

【図13】硬強磁性キャリアを用いた場合のキャリア粒径と残留磁化とキャリア付着開始電圧の関係を示した図である。

【図14】軟強磁性キャリアを用いた場合のキャリア粒径と 1000 ガウス下での磁化とキャリア付着開始電圧の関係を示した図である。

【図15】軟強磁性キャリアのヒステリシスカーブの一例である。

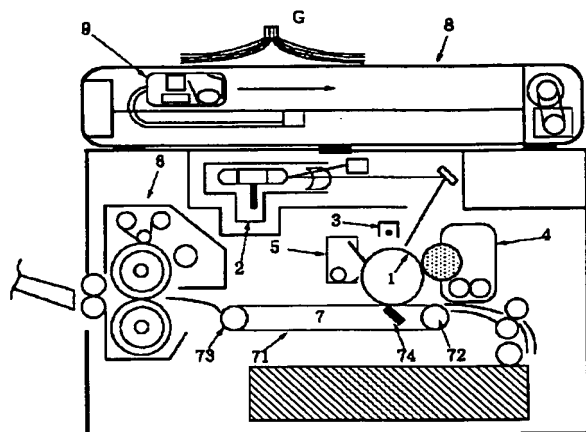
【図16】硬強磁性キャリアのヒステリシスカーブの一例である。

【図17】トナーの電荷量を測定するための測定装置である。

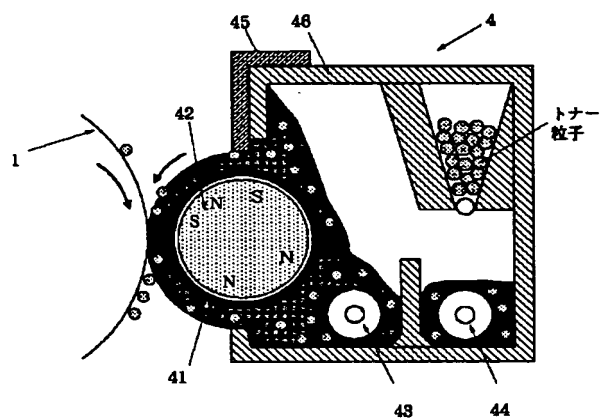
【符号の説明】

- 1：感光ドラム
- 2：レーザー露光手段
- 3：帯電器
- 42、421：固定マグネット
- 41：非磁性スリーブ
- 4：現像装置
- 5：クリーナー
- 6：定着器
- 7：転写装置

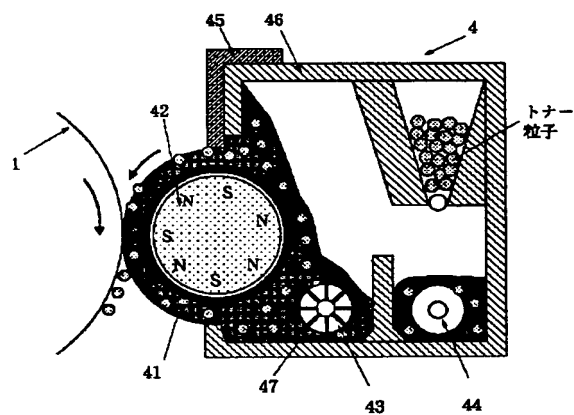
【図 1】



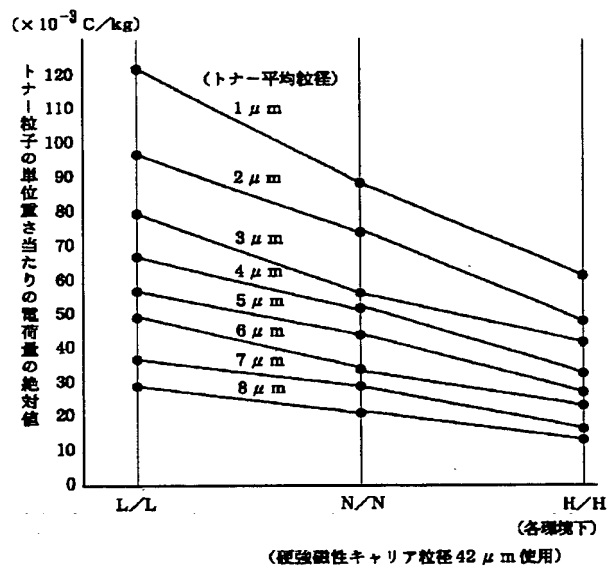
【図 2】



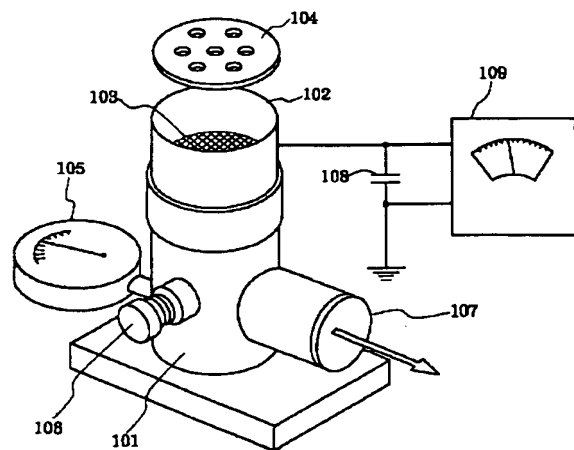
【図 3】



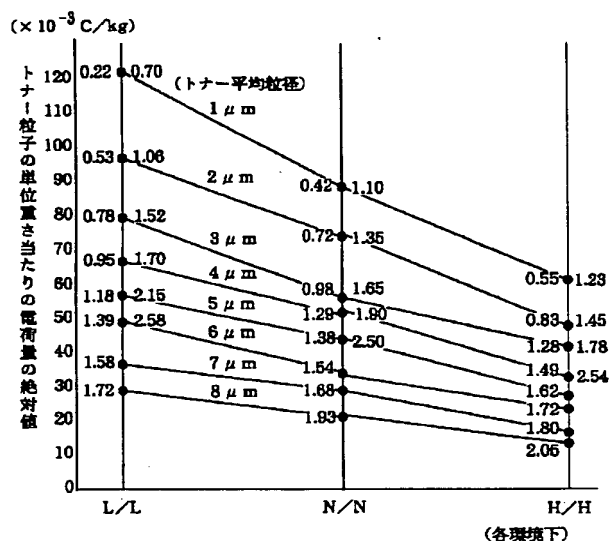
【図 4】



【図 17】

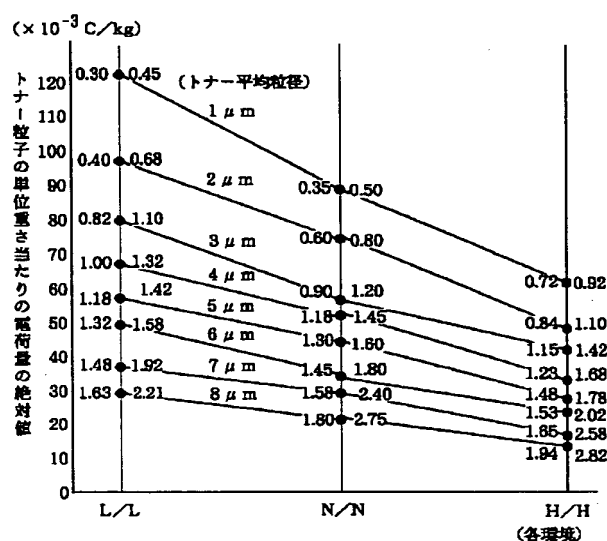


【図5】



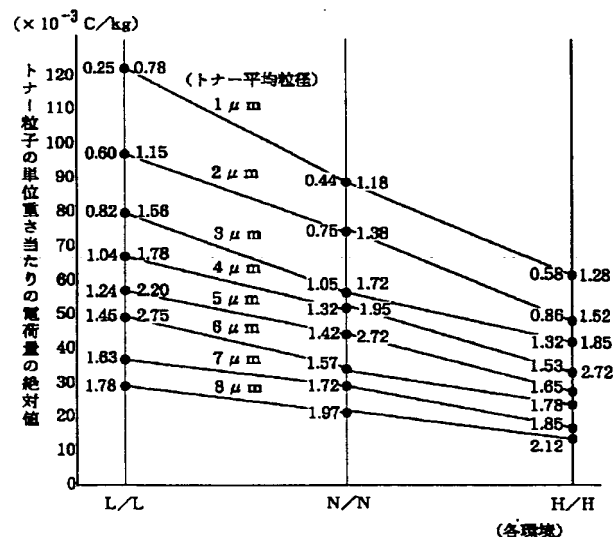
条件：硬強磁性キャリア粒径42 μm 使用
有機感光体の電荷輸送層=8 μm
画像：左側がキャリア粒径42 μm の場合
濃度：右側がキャリア粒径10 μm の場合

【図6】



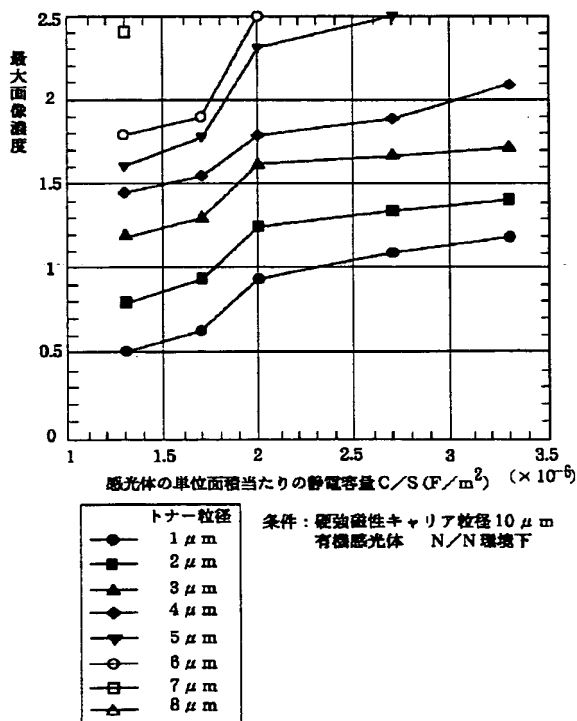
条件：硬強磁性キャリア粒径42 μm 使用
有機感光体の電荷輸送層=20 μm
画像：左側がキャリア粒径42 μm の場合
濃度：右側がキャリア粒径10 μm の場合

【図7】

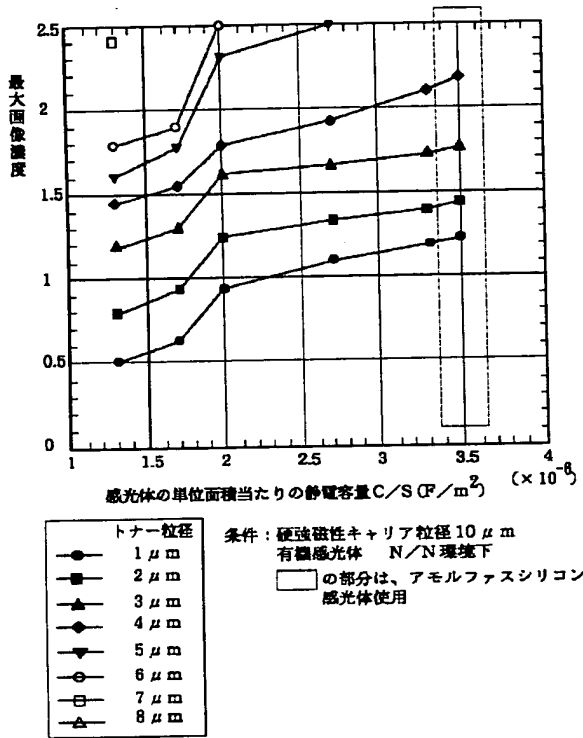


条件：硬強磁性キャリア粒径42 μm 使用
有機感光体の膜厚=25 μm
画像：左側がキャリア粒径42 μm の場合
濃度：右側がキャリア粒径10 μm の場合

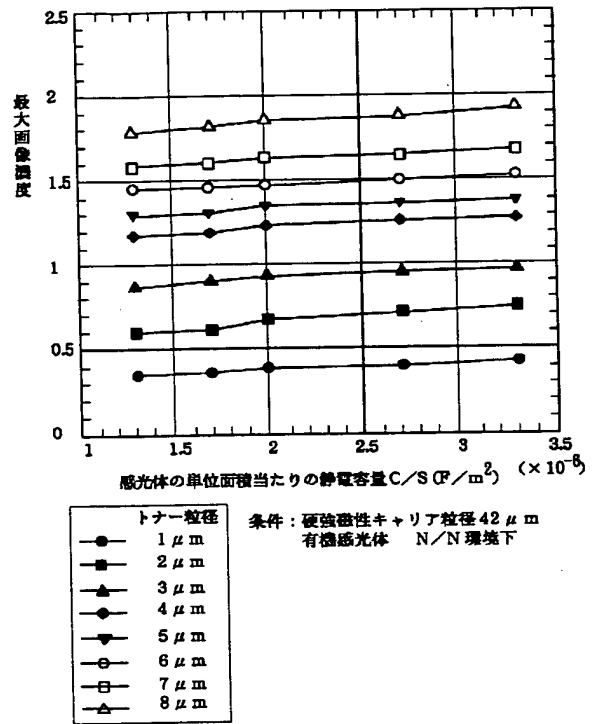
【図8】



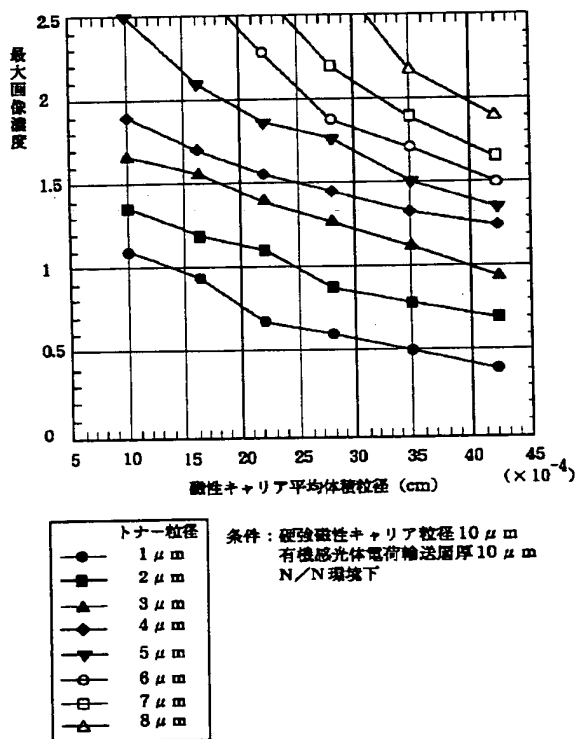
【図 9】



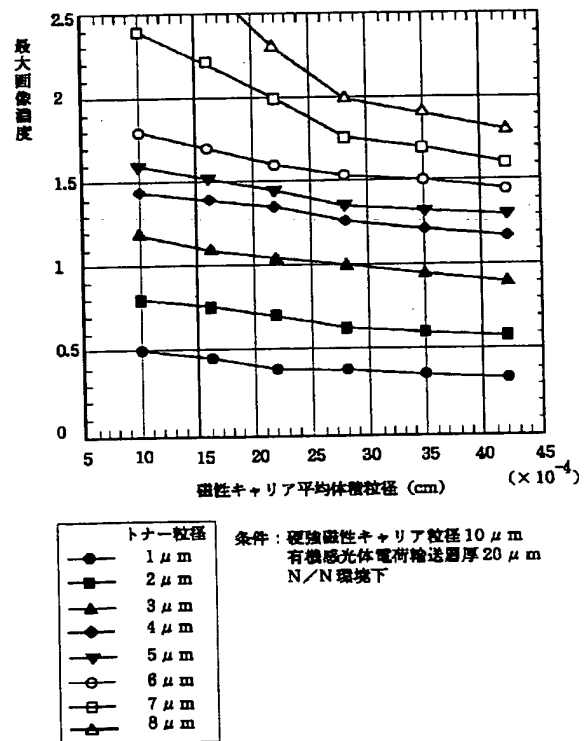
【図 10】



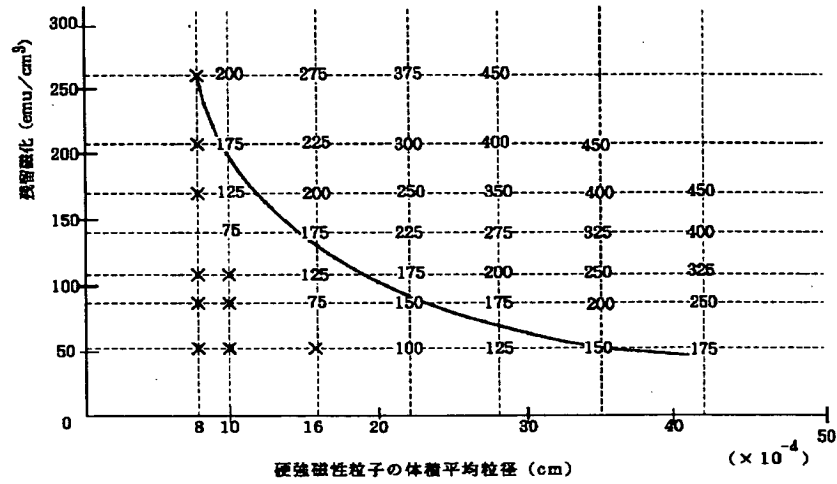
【図 11】



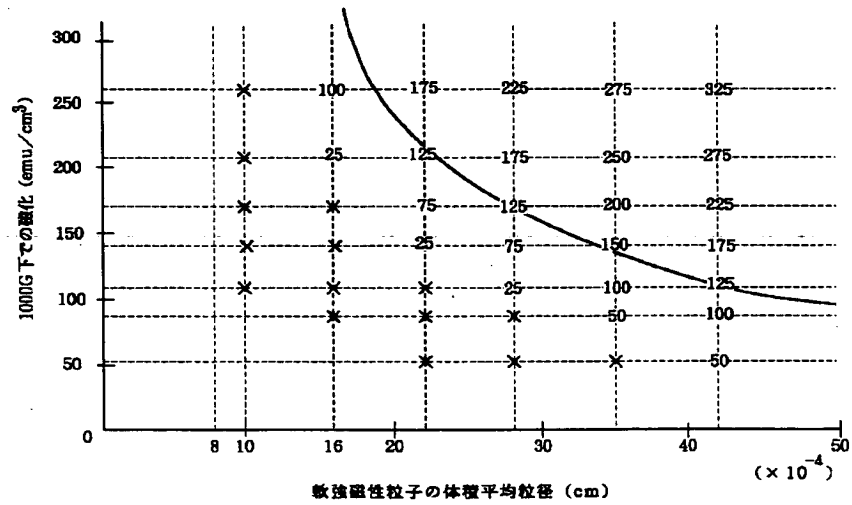
【図 12】



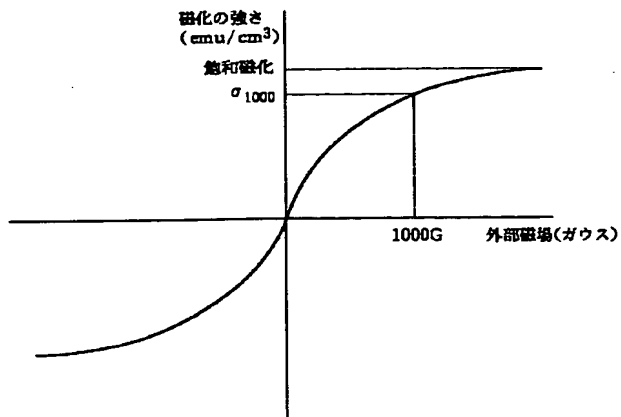
【図 13】



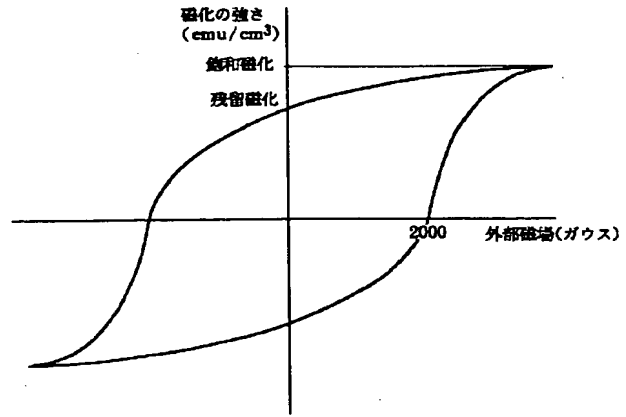
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

G 0 3 G 15/08

識別記号

5 0 7

F I

G 0 3 G 15/08

テーマコート* (参考)

5 0 7 L